

Kolben-Dickstoffpumpe

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Dickstoffpumpe mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1. Im weiteren Sinne bezieht sie sich auch auf die Steuerung solcher Dickstoffpumpen.

Kolben-Dickstoffpumpen werden insbesondere zum Fördern von Beton auf Baustellen seit langer Zeit eingesetzt. In der Regel sind sie als hydraulisch betriebene Kolbenpumpen, zu meist zweizylindrig, ausgeführt, welche den Beton durch Schläuche oder Rohre fördern. Im Folgenden wird vereinfacht stets von Betonförderung die Rede sein. Die Erfindung beschränkt sich jedoch nicht auf die Anwendung bei Betonförderpumpen, sondern kann für sämtliche ähnliche Dickstoffpumpen verwendet werden.

Solche Pumpen haben mit zwei im Wechsel gefüllten Zylindern und zugehörigen Kolben eine einzige Förderleitung zu speisen. Jeweils der gefüllte Zylinder wird mit der Förderleitung über eine schaltbare Rohrweiche verbunden. Daraufhin schiebt der Kolben den Beton aus (Pumphub), während der parallele Kolben zurückbewegt wird, um den Zylinder neu mit Beton zu füllen (Saughub). Am Ende jedes Hubs wird die Bewegungsrichtung der Zylinderkolben jeweils umgesteuert und die Rohrweiche umgestellt, so dass Pump- und Saughübe ständig abwechseln. Die beiden Pumpenkolben werden vorzugsweise hydraulisch und miteinander gekoppelt angetrieben, so dass sie grundsätzlich gegenläufig arbeiten.

Gebräuchliche Rohrweichen (DE 29 33 128 C2) werden so angeordnet, dass sie zwischen zwei Schalt-Endstellungen hin und herstellbar sind, in welchen sie alternierend die Verbindung zwischen den Zylinder-Öffnungen und der Förderleitung einerseits und andererseits dem Vorfüllbehälter herstellen. Daraus ergibt sich an sich eine diskontinuierliche Förderung.

US 3,663,129 beschreibt eine Betonpumpe mit kontinuierlicher Förderung, bei der das Umschaltventil bzw. dessen Rohrweiche aus einem sogenannten Rockschieber besteht. Seine Taillenöffnung ist als Auslass stromab ständig, jedoch schwenkbar mit der Mündung der

BEST AVAILABLE COPY

Förderleitung verbunden. Seine nierenförmige Saumöffnung (Einlass, stromauf) ist hinreichend lang, um die Öffnungen beider Förderzylinder gleichzeitig zu überdecken. Während des Betriebs führt die Rohrweiche eine kontinuierlich oszillierende Schwenkbewegung aus, deren Achse koaxial zur Mündung der Förderleitung liegt. Der Schwenkwinkel der Rohrweiche beträgt etwa 50° zu beiden Seiten einer Mittellage.

Die Kolben der Förderzylinder werden im Zusammenspiel mit der momentanen Stellung der Rohrweiche so gesteuert, dass im Moment der Überdeckung beider Zylinderöffnungen durch die Saumöffnung der eine Zylinder gerade am Ende und der jeweils andere am Beginn eines Pumphubs steht. Dabei geht die Förderung gleitend von dem einen auf den anderen Zylinder über. In der bekannten Steuerung wird für den Saughub und den Pumphub eines jeden Kolbens die gleiche Zeitspanne angesetzt. Es gibt folglich keine gleichzeitige Förderung beider Zylinder.

Infolge der nur einseitigen Lagerung dieser bekannten Rohrweiche auf der Seite der Förderleitung und der im Wesentlichen nur die Saumöffnung umschreibenden Stütz- und Dichtungsflächen können die erheblichen einwirkenden Kippmomente von der bekannten Konstruktion nicht vollständig aufgenommen werden. Es ist nicht auszuschließen, dass dann infolge von Spaltbildung erhebliche Leckverluste in dem Dichtbereich zwischen der Saumöffnung der Rohrweiche und den Förderzylindern auftreten, die wiederum die Realisierung einer tatsächlich kontinuierlichen Förderung in Frage stellen.

Das britische Patent 1,063,020 beschreibt als gattungsbildender Stand der Technik eine mehrzylindrige Dickstoff- und Betonpumpe, deren Umschaltventil in einer Ausführung zwei jeweils von einem eigenen Hubzylinder steuerbare Drehschieber (ebenfalls in rock-schieberartiger Form) umfasst. Deren Austrittsöffnungen sind mit einem gemeinsamen Hosenrohr verbunden, welches seinerseits stromab an die Förderleitung angeschlossen ist. Jeder Drehschieber kann entweder mit einem einzelnen oder zwei Pumpzylindern zusammenwirken. Zwar wird eine synchronisierte Steuerung der Drehschieber angesprochen, jedoch ist mit dieser bekannten Pumpe nebst Steuerung kontinuierliches Fördern der Förderzylinder in die gemeinsame Förderleitung weder beabsichtigt noch möglich.

DE 30 06 542 C2 beschreibt einen Flachventilschieber für zweizylindrige Dickstoffpumpen. Dieser umfasst eine fest mit einer Steuerstange verbundene Schieberklappe, die innerhalb eines Führungsgehäuses oder -gestells alternierend zwischen zwei Endstellungen hin und her schiebbar ist. Dieses bekannte 2/2-Wege-Schieberventil kann ebenfalls zwischen den Flanschen eines Hosenrohres und eines zu- bzw. abfördernden Rohres eingebaut werden. Bei Betonpumpen wird es vorzugsweise zwischen dem Boden eines Vorfüllbehälters und den Abführungsrohren einer Zweizylinder-Kolbenpumpe und/oder der Förderleitung und den Abführungsrohren eingebaut.

Es ist ferner auch bekannt, Dickstoffpumpen der hier in Rede stehenden Art mit einer Einlegestation auszustatten, mit deren Hilfe ein Reinigungskörper zum Entfernen von in der Förderleitung verbliebenem, nicht verbrauchtem Dickstoff einbringbar ist. Diese Einlegestation umfasst beispielsweise einen motorisch/hydraulisch bewegbaren Kammerschieber mit mindestens zwei Kammern gleichen Querschnitts. Im Ruhezustand der Einlegestation bildet die eine Kammer einen Abschnitt der Förderleitung, während die andere Kammer frei zugänglich ist. In letztere kann der besagte Reinigungskörper von außen manuell eingelegt werden. Für einen Reinigungsvorgang wird die Einlegestation bei stillgesetzter Dickstoffpumpe in eine Arbeitsstellung umgeschaltet, in der nun die den Reinigungskörper enthaltende Kammer die andere Kammer innerhalb der Förderleitung ersetzt. Sodann kann der Reinigungskörper mittels Druckluft durch die Förderleitung gepresst werden, wobei er den verbleibenden Dickstoff vor sich her schiebt. Diese bekannten Einlegestationen müssen allerdings zusätzlich zu dem weiter oben erörterten Umschaltventil vorgesehen werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine verbesserte Dickstoffpumpe und ein Verfahren zum Steuern einer Dickstoffpumpe mit kontinuierlichem Förderstrom anzugeben.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich der Dickstoffpumpe erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst, hinsichtlich des Steuerverfahrens mit den Merkmalen des nebengeordneten Anspruchs 19.

Die Merkmale der den unabhängigen Ansprüchen jeweils nachgeordneten Unteransprüche geben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung an.

Während bei den Pumpen gemäß den vorstehend dargelegten US- und GB-Patenten die Steuerschieber im Wesentlichen exponiert in dem Dickstoff-Sammelbehälter angeordnet sind, kann mit der Ausführung des Umschaltventils mit zwei translatorisch bewegbaren, insbesondere geradlinig geführten Steuerschiebern eine dem Einfluss des Dickstoffs, insbesondere des Betons für den bevorzugten Einsatzzweck, wesentlich weniger ausgesetzte Anordnung geschaffen werden. Dies gilt einerseits für die abrasive Beanspruchung, aber auch für die Beanspruchung durch den dynamischen Druck in der Förderleitung bzw. den Förderzylindern. Im Bereich der Steuerschieber wird der Dickstoff anders als in den bekannten Rockschiebern nicht unter Druck umgelenkt, sondern im Wesentlichen nur geradlinig durch Rohrabchnitte geführt. Erst im Sammelrohr (auch Hosenrohr) werden die Betonströme aus den Förderzylindern zusammengeführt. Dies trägt wesentlich zur Druckentlastung der eigentlichen Schieber bei und wirkt sich mindernd nicht nur auf die Lagerkräfte, sondern auch auf die Reibungskräfte beim jeweiligen Umschalten der Steuerschieber aus. Folglich ist mit dieser konstruktiven Lösung auch eine merkliche Verringerung des mechanischen Verschleißes der beweglichen und festen Bauteile des Umschaltventils erreichbar.

Es sei angemerkt, dass hier als bevorzugter Anwendungsfall zwar eine Zweizylinder-Dickstoffpumpe abgehandelt wird, dass sich aber die erfindungsgemäße Gestaltung ohne weiteres auch auf Pumpen mit drei oder mehr Zylindern übertragen ließe, wobei in der Regel jedem Förderzylinder ein Steuerschieber zuzuordnen wäre.

Es ist auch nicht unbedingt erforderlich, die Steuerschieber exakt geradlinig zu führen, sondern man könnte im Rahmen der Erfindung auch eine leichte Bogenform vorsehen, wobei der Hauptanteil der Bewegung der translatorische bleibt.

Es ist zwar denkbar, die parallel zueinander angeordneten Steuerschieber an ihren zueinander gewandten Flächen direkt aneinander abzustützen. Vorzugsweise wird die Führungsstruktur jedoch für jeden Steuerschieber eine gesonderte Gleitführung umfassen, so dass größere gegenseitige Versätze der Steuerschieber während ihrer Betriebszyklen möglich sind.

Zur Ausstattung des Umschaltventils (Führungsstruktur und Steuerschieber) mit Gleitführungen, mit reibungs- und abrasionsfesten Materialien und ggf. mit Verschleißteilen wird man sich an sich bekannter Mittel bedienen können, so dass hier nicht näher darauf einzugehen ist. Gleiches gilt für die Dichtungen zwischen den Steuerschiebern und den Öffnungen der Förderzylinder und des Sammelrohrs.

Erfindungsgemäß ist es vorteilhaft, wenn die Steuerschieber drei unterschiedliche Stellungen einnehmen können, nämlich eine Leitungsstellung, eine Blockstellung und eine Einlassstellung. Diesen drei Stellungen entspricht ein Aufbau oder eine Unterteilung der Steuerschieber in drei unterschiedliche Abschnitte, nämlich einen Leitungsabschnitt, einen Blockabschnitt und einen Einlassabschnitt. Die Namen der Abschnitte bzw. Stellungen sprechen für sich und werden im Zusammenhang mit der Beschreibung der beigefügten Figuren erörtert.

Es ist vorteilhaft möglich, die genannten Abschnitte als Einzelmodule auszuführen / vorzufertigen und diese in der benötigten Anordnung zusammenzusetzen. Es entsteht insgesamt ein Steuerkasten oder Steuergestell mit den benötigten Ventilwegen bzw. -funktionen. Ggf. begünstigt diese Bauart den einfachen Austausch einzelner, vorzeitig verschlissener oder beschädigter Module oder Abschnitte, vor allem wenn man lösbare Verbindungen zwischen diesen vorsieht.

Es versteht sich, dass man zweckmäßig die beiden Steuerschieber unter sich baugleich ausführt; Abweichungen können sich allerdings bauraumbedingt bei den Anlenkungen der jeweiligen Antriebe ergeben.

Ein sehr wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung ist die relativ einfach umzusetzende Option, wenigstens einen, wenn nicht beide Steuerschieber des Umschaltventils auch als Einlegestation(en) für Reinigungskörper zu nutzen. Die kurzen Leitungsabschnitte der Steuerschieber und die Förderleitung müssen während der Betriebspausen der Pumpe gereinigt, d. h. darin verbliebene Dickstoff- bzw. Betonreste müssen entfernt werden.

Die Erfindung sieht hierzu einen Zugang zu den Steuerschiebern vor. Dieser kann z. B. mittels Klappen ausgeführt werden, die normalerweise geschlossen sind, jedoch nach dem Öffnen den Zugang zu den Steuerschiebern ermöglichen.

Dazu kann eine gesonderte Reinigungs- oder Einlegestellung des oder der Steuerschieber vorgesehen werden. Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung wird jedoch die Einlassstellung des Steuerschiebers zugleich als Einlegestellung für Reinigungskörper genutzt. Dies ist möglich, weil in dieser Einlassstellung der Leitungsquerschnitt der Steuerschieber ohne Funktion und auch drucklos ist.

Mit dem eingangs erörterten Stand der Technik ist eine solche Kombination weder vorgesehen noch ohne weiteres möglich.

Als Antriebe der Steuerschieber kommen bevorzugt hydraulische Stellzylinder zum Einsatz. Es können jedoch auch andere geeignete Stellantriebe, z. B. Elektromotoren, Zahnstangenantriebe etc. zum Einsatz kommen.

In einer ersten praktischen Ausführungsform können für jeden Schieber zwei hintereinander geschaltete (jeweils doppelt wirkende) Hubzylinder vorgesehen werden. Der Hub jedes der Zylinder entspricht in dieser Konfiguration dem Umschaltweg des zugeordneten Steuerschiebers von einer in die nächste Stellung. Sind z. B. beide Zylinder völlig eingezogen, so steht der Steuerschieber in seiner untersten Stellung (z. B. Einlassstellung). Wird ein Zylinder ausgefahren, so geht der Steuerschieber in seine Mittelstellung (z. B. Blockstellung) über. Wird nun auch der zweite Zylinder voll ausgefahren, so gelangt der Steuerschieber in seine oberste Stellung (z. B. die Leitungsstellung).

Es versteht sich, dass derselbe Effekt auch mit einem zweistufig schaltbaren Hubzylinder (Teleskopzylinder) erreicht werden kann, wobei dessen Mittelstellung jedoch exakt einregelbar und fixierbar sein muss, um definierte Schaltstellungen der Steuerschieber zu gewährleisten.

Neben einer Fixierung der jeweiligen Stellungen der Steuerschieber direkt und nur durch ihren Antrieb können natürlich auch gesonderte Verriegelungen vorgesehen werden, die vorzugsweise direkt zwischen der Führungsstruktur und den Steuerschiebern eingreifen. Diese Verriegelungen können ebenfalls durch Fremdkraft betrieben, d. h. ein- und ausgerückt werden. Ferner ist denkbar, solche Verriegelungen in Einrückrichtung federnd vorzuspannen, so dass sie beim Eintritt des Steuerschiebers in die zu fixierende Stellung selbsttätig einfallen.

Will man die besagten Antriebs-Hubzylinder nicht in axialer Flucht mit den Steuerschiebern anordnen, weil z. B. der verfügbare Bauraum dazu nicht ausreicht, so kann man sie parallel neben den Steuerschiebern anordnen. In diesem Fall muss eine Lasteinleitung in Querrichtung zwischen den Steuerschiebern und den Stellgliedern der Hubzylinder vorgesehen werden, z. B. eine Traverse oder Konsole. Dieser muss eine entsprechende Öffnung in der Führungsstruktur für die Steuerschieber zugeordnet werden, damit sie den Schiebebewegungen der Schieber folgen kann.

Man könnte die Hubzylinder je nach Einbauverhältnissen auch winklig zu den Steuerschiebern anordnen, wenn man ein zum Einstellen der jeweiligen Steuerschieber-Positionen geeignetes Hebel- oder Umlenkgetriebe einbauen könnte.

Weitere Einzelheiten und Vorteile des Gegenstands der Erfindung gehen aus der Zeichnung eines Ausführungsbeispiels und deren sich im Folgenden anschließender eingehender Beschreibung hervor.

Es zeigen in stark vereinfachter und rein schematischer Darstellung

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht des Ensembles der Dickstoffpumpe nebst weiteren Funktionsbauteilen;

Fig. 2 eine Seitenansicht im Schnitt der Dickstoffpumpe mit einem Mehrfach-Steuerschieber-Umschaltventil gemäß der Erfindung;

- Fig. 3 eine Ansicht eines Schnittes durch die Mittelachse der Förderzylinder der Dickstoffpumpe gemäß Fig. 2 (Linie II-II) zur Verdeutlichung der Anordnung der Förderzylinder, des Umschaltventils und des Sammelrohres;
- Fig. 4 eine gegenüber Fig. 2 um 90 ° geklappte Frontansicht (Schnitt entlang Linie III-III in Fig. 1) des Umschaltventils mit zwei parallelen Steuerschiebern;
- Fig. 5 ein Weg-Zeit-Diagramm der phasenverschoben gesteuerten Hübe beider Kolben der Dickstoffpumpe über den jeweils zugeordneten Stellungen der beiden Steuerschieber;
- Fig. 6 eine erste Antriebsvariante für einen Steuerschieber, die zwei hydraulische Hubzylinder in Tandemanordnung umfasst;
- Fig. 7 eine zweite Antriebsvariante für einen Steuerschieber, die einen zweistufig ausfahrbaren Teleskopzylinder umfasst und
- Fig. 8 eine dritte Antriebsvariante für einen Steuerschieber, die einen einzigen langhubigen Hubzylinder umfasst.

Fig. 1 zeigt perspektivisch in Umrissen eine Dickstoffpumpe 1 mit zwei parallel nebeneinander liegenden Förderzylindern 3 und 5, einem Vorrüllbehälter 7, einem Umschaltventil 9, einem Sammel- oder Hosenrohr 19 sowie einem kurzen Abschnitt einer Förderleitung. Das Umschaltventil ist in einem Gehäuse bzw. einer Führungsstruktur 11 angeordnet, das/die den Boden des Vorrüllbehälters 7 durchdringt. Nahe dem Boden der Führungsstruktur ist auf der den Förderzylindern 3 und 5 zugewandten Seite eine Wartungsklappe 13 vorgesehen. Oberhalb des Vorrüllbehälters sind in der Art einer Explosionszeichnung zwei Steuerschieber 15 und 17 gezeigt, welche zum beweglichen Einsetzen in die gehäuseartige Führungsstruktur 11 des Umschaltventils 9 vorgesehen sind und dessen Ventilkörper bilden. Dies wird nachfolgend noch detailliert erörtert.

Fig. 2 zeigt von der Dickstoffpumpe 1 nur den in dieser Ansicht vorn liegenden Förderzylinder 3 im Bereich von dessen offenem (Ausstoß-)Ende. Der zugehörige Kolben ist nicht dargestellt. Der zweite Förderzylinder 5 liegt verdeckt in Blickrichtung hinter dem Förderzylinder 3. Er ist in Fig. 3 wieder von oben her sichtbar. Beide Kolben der Förderzylinder 3 und 5 sind unabhängig voneinander (vorzugsweise hydraulisch) angetrieben und können im Rahmen ihrer Hübe und ihrer Steuerung grundsätzlich beliebige Relativstellungen und -

geschwindigkeiten einnehmen. Es ist jedoch auch möglich, sie hydraulisch gekoppelt zu betreiben. Beide Zylinder und Kolben haben denselben Durchmesser, z. B. 250 mm.

An die offenen Enden beider Förderzylinder 3 und 5 ist der oben offene trichterförmige Vorfüllbehälter 7 angeflanscht, von dem hier nur ein unterer Teil (Bodenteil) sichtbar ist. In diesen wird der von der Dickstoffpumpe zu fördernde Dickstoff von oben her eingeschüttet. Die Öffnungen beider Förderzylinder 3 und 5 münden im unteren Bereich des Vorfüllbehälters 7 aus. Dadurch verbleibt beim Ansaugen des Dickstoffs in die Förderzylinder immer ein größtmöglicher Füllstand von Dickstoff oberhalb der Zylinderöffnungen.

Im Bodenteil des Vorfüllbehälters 7 ist in an sich bekannter Weise ein insgesamt mit 9 bezeichnetes Umschaltventil angeordnet. Nur über dieses Umschaltventil 9 gelangt Dickstoff in die Förderzylinder 3 und 5, und nur über dieses Umschaltventil stoßen diese Förderzylinder den Dickstoff in die hier nicht gezeigte Förderleitung aus, wie später noch eingehend beschrieben wird.

Das Umschaltventil 9 umfasst eine unbewegliche, fest mit dem Vorfüllbehälter 7 verbundene Führungsstruktur 11. Sie ragt ein Stück weit nach oben in den Vorfüllbehälter 7 hinein, durchdringt aber auch dessen Boden nach unten hin.

Es sei angemerkt, dass in diesem Beispiel nur auf eine im Wesentlichen senkrechte Einbaulage der Führungsstruktur abgestellt wird. Diese ist jedoch nicht zwingend erforderlich.

Die Führungsstruktur 11 kann grundsätzlich als offenes, insbesondere rahmen- oder gestellartiges Gerüst ausgeführt werden. Vorzugsweise wird sie jedoch als im Wesentlichen geschlossener Kasten mit mehreren funktionsbedingten Öffnungen gebaut, der jedoch insbesondere in seinem oberen Bereich, der sich im Vorfüllbehälter befindet, so weit offen gehalten ist, dass ein ungestörter Zufluss des Dickstoffs auch unmittelbar am Boden des Vorfüllbehälters zu den Umschaltventilen gewährleistet ist. Dazu kann neben einer oberen Öffnung auch eine offene Seite z. B. zu den Förderzylindern hin vorteilhaft sein, ohne damit die exakte Führung der Steuerschieber in diesem Bereich zu gefährden.

Im unteren Bereich der Führungsstruktur 11 außerhalb des Vorfüllbehälters 7 ist eine im Normalzustand geschlossene Klappe 13 angeordnet. Durch Öffnen der Klappe 13 erhält man Zugang zum Innenraum der im dargestellten Ausführungsbeispiel kasten- oder gehäusartige Führungsstruktur 11.

Letztere bildet eine Geradföhrung für die beiden Steuerschieber 15 und 17 (letzterer ist in Fig. 1, 3 und 4 sichtbar, in Fig. 2 jedoch ebenso wie der Förderzylinder 5 verdeckt). Diese vermitteln die Verbindung zwischen den Förderzylindern einerseits und einem Sammelrohr 19 und der daran anschließenden Förderleitung andererseits, die hier nicht gezeigt ist. Das Sammelrohr 19 und der Anfang der Förderleitung liegen vorteilhaft auf gleicher Höhe wie die Achse der Förderzylinder 3 und 5.

Da beide Steuerschieber vorzugsweise baugleich sind, wird im Folgenden der Steuerschieber 15 anhand der Fig. 2 stellvertretend näher beschrieben. Dessen jeweils mit „15“ beginnende Einzelabschnitte sind am Steuerschieber 17 in gleicher Weise vorhanden.

Der Steuerschieber 15 ist innerhalb der Führungsstruktur in drei unterschiedlichen vordefinierten Schaltstellungen bezüglich seiner Längserstreckung positionierbar; dies geschieht mithilfe eines später noch zu erörternden Antriebssystems. Er umfasst auch drei verschiedene Funktionsabschnitte. Zuerst liegt ein Einlassabschnitt 15E. Dieser ist zum Vorfüllbehälter 7 hin, und zum Förderzylinder 3 hin offen, hat also eine Öffnung in der Richtung seiner Längsachse und eine quer dazu. Zum Umlenken des Dickstoffs um 90 ° aus dem Vorfüllbehälter in den Förderzylinder 3 ist in dem Einlassabschnitt eine Schurre 15S, also ein sphärisch gekrümmter Rinnenabschnitt eingesetzt. Dessen freier Querschnitt entspricht vorzugsweise etwa dem Querschnitt des Förderzylinders 3 und bildet bevorzugt einen (Umlenk-)Winkel von 90 °. Man könnte an seiner Stelle auch ein entsprechend gewinkeltes Knierohr, ggf. mit trichterförmig erweitertem Einlass, vorsehen und in die Struktur des Steuerschiebers integrieren. Dieser Einlassabschnitt 15E tritt in Funktion, wenn der Steuerschieber 15 innerhalb der Führungsstruktur 11 in seiner untersten Stellung positioniert ist. Zugleich ist der Abschnitt 15E an seiner von dem Förderzylinder 3 weg weisenden Flächen- seite zweckmäßigerweise so verschlossen, dass zum Sammelrohr 19 hin eine Dichtfläche 15D gebildet ist. Dadurch wird erreicht, dass in der Einlassstellung des Steuerschiebers 15

keine Verbindung zum Sammelrohr besteht bzw. dass dieses auch gegenüber dem Vorfüllbehälter 7 abgeschlossen bleibt. Wie später noch klarer wird, ermöglicht dies einen Förderbetrieb des jeweils anderen Förderzylinders während des Nachfüllens des einen Förderzylinders im Sinne einer kontinuierlichen Förderung.

Nach unten hin folgt auf den Einlassabschnitt 15E ein Sperr- oder Blockabschnitt 15B des Steuerschiebers 15. Dieser hat lediglich die Aufgabe, die Verbindung zwischen dem Förderzylinder und dem rechts vom Umschaltventil sichtbaren Sammelrohr 19 beidseitig abzusperren. Ist der Steuerschieber in seiner mittleren von drei Stellungen, so liegt der Blockabschnitt 15B vor der Öffnung des Förderzylinders. Nach dem Füllen mit Dickstoff kann dieser somit einen kurzen Vorverdichtungshub fahren, um den Druck im frisch eingefüllten Dickstoff an den Druck in der an das Sammelrohr anschließenden Förderleitung anzupassen. Zugleich wird durch die Dichtfläche 15D zum Sammelrohr 19 hin wiederum eine Rückwirkung auf den Druck in der Förderleitung vermieden.

Den Blockabschnitt, der keinerlei strömungsführende Funktion hat, wird man konstruktiv so kurz wie möglich halten, mit der Prämisse, dass er ein sicheres Absperren der Förderzylinder auch gegen einen erheblichen Vorverdichtungsdruck ermöglichen muss. Eine Ausdehnung von etwas mehr als 250 mm (also etwas größer als der Durchmesser der Förderzylinder) dürfte hierzu ausreichen, genaue Positionierbarkeit des Weiteren vorausgesetzt.

Ganz zuunterst liegt im Steuerschieber 15 ein Leitungsabschnitt 15L, der ganz bevorzugt einen kurzen, beidseitig offenen insbesondere geraden Rohrabschnitt mit demselben lichten Querschnitt wie der Förderzylinder 3 umfasst. Man erkennt in Fig. 2 ebenso wie in Fig. 3 (links) gut diese Abstimmung der Form und Größe des Leitungsabschnittes 15L. Er ist im Betrieb des Umschaltventils und der Dickstoffpumpe ständig mit Dickstoff gefüllt.

Wie schon weiter vorn erwähnt, können die erwähnten Abschnitte als Einzelmodule angesehen werden, die vorgefertigt und zum Steuerschieber zusammengesetzt werden können.

Insgesamt bilden die Steuerschieber jeweils ein 3/3-Wege-Ventil, mit den Einlassschurren, den Öffnungen der Förderzylinder und den Öffnungen des Sammelrohrs als Wege und mit den drei vorstehend beschriebenen Stellungen.

In Fig. 3 erkennt man rechtsseitig gut die geometrische Abstimmung des Einlassabschnitts (hier 17E) nebst Rinne (17S) des Steuerschiebers (hier 17) auf den Förderzylinder (hier 5), sowie auch die Position der Dichtfläche 17D vor der Öffnung des Sammelrohrs 19. Hier kann der Dickstoff vom Vorfüllbehälter 7 her also nur über die Schurre 17S in die Öffnung des Förderzylinders 5 einfließen; das Gleiche gilt für die entsprechende Einlassstellung des Steuerschiebers 15.

Man sieht hier auch Seitenwände 15W, 17W der Steuerschieber. Diese können vollständig geschlossen sein und werden vorzugsweise aus einem geeigneten Flachmaterial herstellt. Oben und unten sowie jeweils zwischen den Abschnitten sind Querverbindungen zwischen den Seitenwänden vorzusehen, um diese insgesamt zu einem steifen Kasten zu vereinen, der das Gerüst für die Abschnitte und Einbauteile der Steuerschieber bildet. Dieses Gerüst hat beispielsweise im dargestellten Ausführungsbeispiel einen Grundriss von etwa 300 mm auf 300 mm und ist etwa 800 bis 900 mm hoch.

Dabei ist eine Breite von etwa 300 mm durch den Durchmesser der Förderzylinder von 250 mm vorgegeben. Die Höhe wird durch die Ausführung der Steuerschieber in drei Abschnitten bedingt. Die Tiefe (Abmessung in Längsrichtung der Förderzylinder gesehen), vorstehend ebenfalls mit etwa 300 mm angegeben, kann natürlich dem jeweiligen Bedarf entsprechend an die Einbauverhältnisse angepasst werden; um einen möglichst großen Einlassquerschnitt für die Schurren zu bieten, sollte sie allerdings nicht kleiner als der Querschnitt der Förderzylinder selbst sein.

Ferner zeigt Fig. 3 auch einige konstruktive Details des Aufbaus der Führungsstruktur 11, nämlich wiederum Seitenwände 11W und einen Mittelsteg 11M. Diese bilden Führungsflächen oder -schienen für die Steuerschieber 15 und 17. Die Gestaltung der Führungselemente im Einzelnen bleibt der fachmännischen Auswahl zweckmäßiger und möglichst verschleißarmer Materialien und Formgestaltungen überlassen.

In dieser Schnittansicht erkennt man auch noch besser die Form und die technische Funktion des Sammelrohres 19. Es ist in an sich bekannter Weise als Hosenrohr ausgeführt, dessen beide Beine an je einen Steuerschieber 15 bzw. 17 und dessen „Bund“ bzw. Ausgangsflansch 20 unmittelbar an die hier nicht näher gezeigte Förderleitung angeschlossen wird.

Der freie Querschnitt des Hosenrohrs ist im Bundbereich geringer als im Mündungsbereich zu den Steuerschiebern.

Die Kompaktheit des Aufbaus infolge der unmittelbar benachbarten Steuerschieber erkennt man besonders gut in Fig. 4. In dieser Schnittansicht der Führungsstruktur 11, der in unterschiedlichen Höhen nebeneinander positionierten Steuerschieber 15 und 17 und des Vorfüllbehälters 7 wird auch nochmals verdeutlicht, dass der Boden des letzteren von der Führungsstruktur 11 durchdrungen ist. Deren Boden 11B liegt um zwei Drittel der Höhe der Steuerschieber unter dem Boden des Vorfüllbehälters. Die Wände 11W der Führungsstruktur sowie deren Mittelsteg sind hier in voller Ausdehnung sichtbar; sie sind um etwa zwei Drittel länger als die Steuerschieber 15 und 17 selbst.

Es ist nicht unbedingt erforderlich, die Wände der Führungsstruktur vollständig geschlossen auszuführen, wenn die Führungselemente für die Steuerschieber dies nicht verlangen. Jedoch kann es aus Sicherheitsgründen (Eindringen von Fremdkörpern, Verhindern unbeabsichtigten Hineingreifens und dgl. Unfallgefahren) von Vorteil sein, sie geschlossen zu halten.

Auch ein Boden 11B der Führungsstruktur ist hier geschlossen dargestellt. Es kann aber sinnvoll sein, ihn perforiert auszuführen und/oder mit einer Ablassklappe zu versehen, damit durch Spalte zwischen den Steuerschiebern und der Führungsstruktur eindringendes Wasser ablaufen und die Bildung von bewegungshemmenden Luftpolstern beim Abwärtslauf der Steuerschieber vermieden wird.

Die beiden Förderzylinder 3 und 5 liegen hier verdeckt längs in Blickrichtung hinter der Führungsstruktur 11. Der Steuerschieber 15 steht in derselben Höhe wie in Fig. 2 und Fig. 3, also in seiner höchstmöglichen (Leitungs-)Stellung. Der Steuerschieber 17 ist ebenfalls

entsprechend Fig. 3 in seiner Einlassstellung gezeichnet, seiner untersten möglichen Stellung innerhalb der Führungsstruktur 11.

Somit ist momentan der Leitungsabschnitt 15L des Steuerschiebers 15 vor der Öffnung des (dahinter liegenden, verdeckten) Förderzylinders 3 positioniert. Letzterer ist momentan mit dem Sammelrohr 19 und der Förderleitung fluidisch verbunden, so dass er eingefüllten und vorverdichteten Dickstoff ausstoßen kann.

Dagegen liegt vor der Öffnung des Förderzylinders 5 der Einlassabschnitt 17E des Steuerschiebers 17, so dass der Förderzylinder 5 mit dem Vorfüllbehälter 7 verbunden ist und neu befüllt werden kann.

In der später noch zu erörternden Fig. 5 entspricht dies der Phase 7 der Bewegungsphasen des Umschaltventils.

Zugleich liegt der Leitungsabschnitt 17L des Steuerschiebers 17 in dieser untersten Stellung in Höhe der hier durch einen gestrichelten Kreis angedeuteten Klappe 13 (vgl. Fig. 1). Es sei in diesem Zusammenhang angemerkt, dass Klappen 13 für jeden einzelnen Steuerschieber 15 und 17 vorgesehen werden können, dass die Klappe 13 aber infolge der engen Nachbarschaft beider Steuerschieber in der Führungsstruktur durchaus auch eine gemeinsame Wartungs- und Entleerungsklappe für beide Steuerschieber 15 und 17 bilden könnte. Sie müsste dann natürlich hinreichend breit sein, um ungehinderten Eingriff (insbesondere das Einlegen von Reinigungskörpern) in beide Steuerschieber (bzw. in deren Leitungsabschnitt) zu gewähren. Auf diese Klappe(n) wird im normalen Betrieb keine Druckbelastung einwirken, so dass sie nicht sonderlich kräftig ausgelegt und auch nicht besonders abgedichtet werden müssen. Jedoch sollten sie, wie schon früher erwähnt, jedenfalls gegen Öffnen während des Betriebs des Umschaltventils 9 sicher verriegelt werden können.

Man erkennt, dass mit der Anordnung der Führungsstruktur 11 in der Höhe bezüglich des Bodens des Vorfüllbehälters 7 der Vorteil berücksichtigt werden kann, dass die jeweiligen Einlassabschnitte der Steuerschieber in sich eine Höhendifferenz des Dickstoffzuflusses überbrücken. Wie in Fig. 2 deutlich erkennbar, fließt der Dickstoff hier von oben zu und

unter Schwerkrafteinfluss weiter unten, um die Höhe des Einlassabschnitts versetzt (etwa 250 bis 300 mm) seitlich (nach einer Umlenkung von 90°) in den Förderzylinder wieder ab. Der eigentliche Boden des Vorfüllbehälters liegt deshalb etwas oberhalb der Öffnungen der Förderzylinder 3 und 5. Hierdurch wird grundsätzlich mit Vorteil der statische Druck im Bereich der Zylinderöffnungen genutzt, um das Nachfüllen oder Ansaugen zu begünstigen.

Die jeweilige Mittelstellung der Steuerschieber („Blockstellung“) liegt in der exakten Mitte zwischen den in Fig. 3 gezeigten Extremstellungen der Steuerschieber 15 und 17. Sie kann entweder direkt durch die Antriebe eingestellt und fixiert werden, oder man sieht zusätzliche mechanische Verriegelungen oder Rasten zur definierten Sicherung der Schaltstellungen vor, wie weiter oben schon erwähnt wurde. Letztere sind hier allerdings nicht dargestellt.

In Fig. 4 sind auch weiter oben schon erwähnte Antriebsvarianten stark schematisiert angedeutet. Links, am Steuerschieber 15, ist eine Tandem-Hubzylinder-Anordnung 21 vorgesehen. Auf einem Festpunkt 23 ist ein erster Hubzylinder 25 aufgesetzt, dessen Stellglied einen weiteren Hubzylinder 27 trägt. Das Stellglied des letzteren ist über eine nur angedeutete Konsole 29 mit dem Flachschieber 15 verbunden. Selbstverständlich ist in der Führungsstruktur 11 eine längliche Öffnung vorgesehen, in der die Konsole 29 gleitend geführt ist. Beide Hubzylinder sind in doppelt wirkender Bauart ausgeführt. Der Hubzylinder 27 muss mit beweglichen Zuleitungen ausgestattet werden.

Erkennbar sind hier beide Stellglieder der Hubzylinder 25 und 27 voll ausgefahren. Durch Zurückfahren eines der Stellglieder kann der Steuerschieber 15 zunächst in seine Mittelstellung (Blockstellung) gebracht werden. Wird dann auch das zweite Stellglied zurückgezogen, so gelangt der Steuerschieber in seine untere Stellung (Einlassstellung). In umgekehrter Bewegungsrichtung werden dann die Stellglieder nacheinander ausgefahren, wobei die Hublängen der Hubzylinder 25 und 27 bei geeigneter Abstimmung zugleich die Positionen des Flachschiebers eindeutig bestimmen.

Rechtsseitig ist als Alternative der Antrieb des Flachschiebers 17 als doppelt wirkender zweistufiger Teleskopzylinder 31 ausgeführt. Er ist unmittelbar zwischen einem Festpunkt 33 und einer nur angedeuteten Konsole 35 angeordnet, die wiederum fest mit dem Steuer-

schieber 17 verbunden ist. Auch diese ist in der Führungsstruktur 11 über eine längliche Öffnung verschiebbar. Da sich der Steuerschieber 17 hier in seiner untersten (Einlass-)Stellung befindet, ist auch der Hubzylinder 31 voll eingefahren. Durch Ausfahren seines Stellglieds in eine erste Stufe oder Hubstellung bringt er den Steuerschieber 17 in seine Blockstellung, in einer zweiten Stufe durch noch weiteres Ausfahren des Stellglieds gelangt der Steuerschieber 17 in seine Leitungsstellung.

Nochmals unter Bezug auf Fig. 2 wird im Zusammenhang mit der Tief-Stellung des Steuerschiebers 17 in Fig. 2 deutlich, dass nach dem Öffnen der Klappe oder Klappen 13 noch in den Leitungsabschnitten 15L oder 17L (letzterer gestrichelt angedeutet) befindlicher Dickstoff leicht entnommen werden kann. Im normalen Betrieb des Umschaltventils ist dies natürlich nicht notwendig, da diese verhältnismäßig geringe Dickstoffmenge oder -säule beim nächsten Förder- oder Ausstoßhub des jeweiligen Förderzylinders wieder zum Sammelrohr und zur Förderleitung hin ausgestoßen wird.

Da der Leitungsabschnitt in dieser Stellung vollständig von der Förderleitung abgetrennt ist, herrscht in ihm keinerlei erhöhter Druck. Abgesehen davon wird man durch geeignete Maßnahmen sicherstellen, dass die Klappe 13 nicht geöffnet werden kann, wenn die Dickstoffpumpe und das Umschaltventil im Förderbetrieb laufen, und dass das Umschaltventil nicht verstellt werden kann, während die Klappe geöffnet ist.

Nach dem Öffnen der Klappe 13 kann jedenfalls auch ein (in Fig. 2 ebenfalls gestrichelt angedeuteter) Reinigungskörper 37 in den (zuvor von Hand geeignet entleerten) Leitungsabschnitt 15L bzw. 17L eingelegt werden. Nach dem Schließen der Klappe 13 kann dieser in dem Leitungsabschnitt durch Umschalten des Steuerschiebers zwischen die Öffnungen des jeweiligen Förderzylinders bzw. des Sammelrohrs 19 gebracht werden. Anschließend wird er z. B. mit Druckluft, die über eine hier nicht gezeigte Zufuhr zwischen den Förderzylinder und den Steuerschieber geliefert wird, durch das Sammelrohr und die Förderleitung geführt werden, um diese Leitungen von dem stehen gebliebenen Dickstoff zu befreien.

Durch einen Durchlauf eines Reinigungskörpers durch beide Äste des Sammel- oder Hosenrohrs 19 werden diese auch beide freigemacht, wobei ggf. die Gründlichkeit der Reinigung

der Förderleitung durch doppelten Durchlauf eines Reinigungskörpers (nacheinander durch beide Äste des Sammelrohrs und dann durch die gemeinsame Förderleitung) erhöht werden kann. Es versteht sich, dass für beide Vorgänge derselbe Reinigungskörper 37 zweimal nacheinander oder auch unterschiedliche Reinigungskörper verwendet werden können.

Durch geeignete Formgebung des Sammelrohrs im Zwickelbereich und/oder durch gleichzeitige Druckzufuhr in beide Äste des Sammelrohres 19 kann sichergestellt werden, dass der Reinigungskörper sich bei einem zweiten Durchlauf nicht in dem bereits vorher freigemachten Sammelrohrast verfängt.

Anhand Fig. 5, einem Weg-Zeit-Diagramm der Förderkolben nebst Bewegungsphasen der Steuerschieber 15 und 17 des Umschaltventils 9 werden nun nach Einführung sämtlicher wesentlicher Bauteile der Dickstoffpumpe und ihrer Peripherie der eigentliche Fördervorgang und die Steuerung der erfindungsgemäßen Dickstoffpumpe und ihres Umschaltventils dargestellt und detailliert erörtert. Die beiden Kolben der Förderzylinder 3 und 5 sind hier nur als Bezugszeichen K3 und K5 am Beginn der jeweiligen Diagrammlinie repräsentiert. Der Bewegungsablauf oder -zyklus des Kolbens K3 ist gestrichelt, der des Kolbens K5 durchgezogen gezeichnet.

Besagte Bewegungsphasen des Umschaltventils, deren verkleinerte schematische Darstellung der Ansicht der Fig. 4 entspricht, sind von 1 bis 8 durchnummeriert und im Diagramm nebeneinander über einer Zeitachse aufgetragen sowie durch senkrechte Linien voneinander abgeteilt.

In Phase 1 stehen beide Steuerschieber 15 und 17 in ihrer „Durchleitungsstellung“, d. h. ihre Leitungsabschnitte 15L und 17L liegen zeitgleich vor den Öffnungen der Förderzylinder 3 und 5 (im Folgenden auch Ausgangsstellung). Beide Förderzylinder 3 und 5 sind also gleichzeitig mit dem Sammelrohr 19 und der daran anschließenden Förderleitung verbunden. Keiner der Förderzylinder kommuniziert mit dem Vorfüllbehälter 7.

Gemäß Phase 1 des Diagramms bewegt sich der Kolben K3 des Förderzylinders 3 zum Ende eines Pumphubs, während der Kolben K5 des (frisch gefüllten) Zylinders 5 gerade -nach

einer Vorverdichtung- mit seinem neuen Pumphub beginnt. Beide Kolben werden mit einer relativ geringen Geschwindigkeit parallel und gleich gerichtet verschoben. Dies kann als „Gleichlaufphase“ bezeichnet werden.

Phase 2 ist ein Übergang des Förderzylinders 3 zwischen dem Pumphub und dem Saughub. Der Steuerschieber 15 wurde -vorzugsweise nach Anhalten des Kolbens K3- um die Hälfte seines Gesamthubs nach unten verschoben, während der Steuerschieber 17 unbewegt blieb. Die Öffnung des Förderzylinders 3 ist vom Blockabschnitt 15B dicht verschlossen, sein Kolben K3 ruht kurzzeitig vor Wechsel seiner Hubrichtung („Übergangsphase“). Der Förderzylinder 3 ist gegenüber dem Sammelrohr 19 vollständig abgeschlossen. Diese Zwischen- oder Blockstellung des Steuerschiebers 15 vermeidet sicher jeglichen fluidischen Kurzschluss zwischen dem einen pumpenden und dem anderen saugenden Förderzylinder.

In dieser zeitlich relativ kurzen Phase kann sich der Steuerschieber 15 bewegen; ggf. kann er kurzzeitig angehalten werden, wenn der Blockabschnitt 15B, wie schon erwähnt, sehr kurz ausgeführt ist.

Währenddessen befindet sich der Kolben K5 weiterhin im Pumphub, wie auch in der Diagramm-Phase 2 erkennbar ist. Die Steigung seiner Bewegung ist aber jetzt steiler, d. h. seine Vorschubgeschwindigkeit ist gegenüber der vorhergehenden Gleichlaufphase 1 auf ein Normalmaß erhöht (z. B. verdoppelt). Damit wird ein im Vergleich mit Phase 1 gleich bleibender Strom des Dickstoffs in der Förderleitung sichergestellt.

Phase 3 zeigt die erste extreme Relativstellung beider Steuerschieber. Steuerschieber 15 wurde nun um seinen Gesamthub (z. B. um insgesamt etwas mehr als 500 mm) nach unten verschoben. Er steht nun in seiner Einlassstellung; seine Schurre 15S liegt vor der Öffnung des Förderzylinders 3. Zugleich steht der Steuerschieber 17 immer noch in seiner „Leitungsstellung“, was immer noch eine Förderung aus dem Förderzylinder 5 in die Förderleitung zulässt.

Das Diagramm lässt in Phase 3 erkennen, dass der Kolben K5 weiterhin mit voller Geschwindigkeit bzw. in voller Pumpleistung läuft, während der Kolben K3 einen Saughub,

vorzugsweise mit sanftem An- und Auslauf, jedoch insgesamt mit höherer Geschwindigkeit als im Pumphub ausführt („Saugphase“). Infolge des regelmäßig anstehenden (Gewichts-) Drucks des im Vorfüllbehälter befindlichen Dickstoffs und dessen strömungsgünstigen Führung auf der Schurre 15S wird der Förderzylinder 3 optimal gefüllt.

Auch in dieser Phase kann ein vorübergehendes Anhalten der oszillierenden Bewegung des Steuerschiebers 15 von Vorteil sein, damit der gesamte Saughub bei voller Öffnung des Förderzylinders 3 ablaufen kann.

Die Position des Umschaltventils 9 in Phase 4 der Fig. 5 entspricht der Phase 2. Der Steuerschieber 15 wurde aus der Einlassstellung nun wieder um die erste Hälfte seines Hubes angehoben. Nun kann, wie sich aus dem Diagramm ergibt, der Kolben K3 des (vom Blockabschnitt 15B des Steuerschiebers 15 wieder verschlossenen) Förderzylinders 3 den soeben angesaugten Dickstoff mit geringer Geschwindigkeit über einen sehr kurzen Hub vorverdichten, vorzugsweise auf den in der Förderleitung herrschenden Betriebsdruck („Vorverdichtungsphase“). Dies ist im Hinblick auf mit dem Dickstoff angesaugte Gase (Luftblasen) und auf den vom Sammelrohr 19 und der Förderleitung her anstehenden Gegendruck zu empfehlen, um Stöße im System zu vermeiden, wenn die Zylinderöffnung in der Folgephase von dem Leitungsabschnitt 15L wieder an den Förderstrom angeschlossen wird. Auch hier kann der Steuerschieber 15 kurzzeitig angehalten oder jedenfalls abgebremst werden.

Der Kolben K5 läuft gerade in die Endphase seines Pumphubs ein, immer noch mit voller Geschwindigkeit.

Phase 5 entspricht hinsichtlich der Stellung des Umschaltventils 7 exakt der Phase 1 (Ausgangsstellung, „Gleichlaufphase“). Auch das Diagramm lässt in Phase 5 erkennen, dass nun die Kolben K3 und K5 mit vertauschten Rollen (bezogen auf Phase 1) ihr phasenverschobenes Spiel von neuem mit einer gleichzeitigen Pumpförderung bei reduzierter Geschwindigkeit beginnen. Nun beginnt der Bewegungszyklus des Steuerschiebers 17.

Phase 6 ist spiegelbildlich zur Phase 2; nun pumpt allein der Kolben K3 mit voller Geschwindigkeit, während der Blockabschnitt 17B des Steuerschiebers 17 den Förderzylinder

5 dicht verschließt und dessen Kolben K5 gemäß Diagramm-Phase 6 ruht. Der Steuerschieber 17 ist um die Hälfte seines Gesamthubs nach unten verschoben.

Phase 7 entspricht spiegelbildlich der Phase 3. Wie schon weiter vorn erwähnt, zeigt auch die Fig. 4 diese Phase. Der Steuerschieber 17 hat seine unterste Stellung erreicht. Der Förderzylinder 5 wird neu gefüllt. Sein Kolben K5 läuft gemäß Diagramm-Phase 7 zurück in seine Ausgangsstellung, und über die Schurre 17S fließt Dickstoff in den Förderzylinder 5 nach. Zugleich ist der Förderzylinder 3 in voller Pumpleistung, sein Kolben K5 in voller Vorschubgeschwindigkeit.

Mit der spiegelbildlich der Phase 4 entsprechenden Phase 8 verdichtet der Kolben K5 wieder den neu eingefüllten Dickstoff vor, während der Kolben K3 in die Endphase seines Pumphubs einläuft. Im Diagramm ist nun ein voller Betriebszyklus der Zweizylinder-Dickstoffpumpe abgeschlossen, der weitere Ablauf beginnt wieder mit Phase 1.

Zur Verdeutlichung der im Betrieb der Dickstoffpumpe bei kontinuierlicher Förderung anfallenden Geschwindigkeiten, Drücke und Kräfte sei erwähnt, dass der gesamte Ablauf der Phasen 1 bis 8 sich innerhalb von nur 6 Sekunden vollzieht, wie dies durch die beschriftete Zeitachse unterhalb des Diagramms angedeutet ist. Dabei haben die Kolben der Förderzylinder Hübe von ca. 1 m Länge zu durchlaufen, während die Gesamthübe der Steuerschieber in einem Bereich von etwa 500 bis 600 mm liegen.

Zur weiteren Interpretation des Diagramms der Fig. 5 sei zunächst wiederholt, dass in den Phasen 1 und 5 beide Kolben gleichzeitig Dickstoff in das Sammelrohr 19 und in die Förderleitung pumpen. Während dieser Phasen sind ihre Geschwindigkeiten so aufeinander abgestimmt, dass ihre Gesamtfördermenge derjenigen eines Kolbens allein bei dessen normaler Vorschubgeschwindigkeit entspricht. Damit wird, zusammen mit der Phase der Vorverdichtung des neu anlaufenden Kolbens, eine praktisch stoßfrei konstante Fördermenge der Dickstoffpumpe erzielt.

In allen anderen Phasen ist jeweils nur einer der Kolben im Pumpbetrieb, und er läuft dann vorzugsweise mit konstanter Geschwindigkeit. Der statische Druck in dem jeweils still lie-

genden Ast des Sammelrohrs 19 entspricht dann dem Druck in der Förderleitung. Er wird von den Dichtflächen 15D bzw. 17D des jeweils in Block- und/oder Einlassstellung befindlichen Steuerschiebers sicher abgefangen.

Die erfindungsgemäße Gestaltung des Umschaltventils und eine gezielte Vorschubsteuerung der Förderkolben ermöglichen es, in den Phasen der gemeinsamen Pumphübe einen gegenüber der Einzelpumpleistung eines Kolbens gleich bleibenden Ausstoß der Dickstoffpumpe zu erzielen, und so die Pulsation des Dickstoffstroms in der Förderleitung praktisch zu eliminieren. Diesem kommt insbesondere die Vorverdichtung des Dickstoffs in den Phasen 4 und 8 zugute, durch die vermieden wird, dass mit dem Öffnen des jeweils frisch gefüllten Förderzylinders 3 oder 5 ein druckloser „Pufferraum“ mit der Förderleitung verbunden wird. Das Volumen des jeweils in dem wieder „aktivierten“ Leitungsabschnitt 15L oder 17L befindlichen Dickstoffes ist hinsichtlich einer solchen Pufferwirkung sicherlich vernachlässigbar gering.

Zwar werden durch die Vorverdichtungsschritte (Phasen 4 und 8) auf die Steuerschieber 15 und 17 erhebliche Kräfte ausgeübt, die jedoch durch deren robuste und doch verhältnismäßig einfache geradlinige Gleitlagerung innerhalb der Führungsstruktur 11 sicher aufgefangen und abgetragen werden. Hier kommt auch wieder der Vorteil einer reinen oder im Wesentlichen translatorischen (Schiebe-)Lagerung zum Tragen, sowie der Vorteil der ständigen Verbindung des stromab gelegenen Endes des Sammelrohrs 19 mit der Förderleitung.

Vorteilhaft kann die Gewichtskraft des Dickstoffs dessen schnelle Zufuhr über die Schurre des Steuerschiebers zur einzuspeisenden Zylinderöffnung unterstützen.

Die Momentan-Stellungen der Kolben K3 und K5 und der Steuerschieber 15 und 17 können mit geeigneten Sensoren (Wegaufnehmer, Stellungsschalter, Drucksensoren etc.), ggf. direkt an den jeweiligen Antrieben erfasst werden. Diese Sensoren führen ihre Stellungssignale einer vorzugsweise zentralen Steuereinheit der Dickstoffpumpe zu, die ihrerseits die Antriebe der Förderkolben K3 und K5 und des Umschaltventils 9 beherrscht.

Insbesondere steuert sie in den Momenten gleichzeitigen Förderns beider Förderzylinder eine Reduzierung von deren Vorschubgeschwindigkeiten ein. Es müssen nicht unbedingt beide Kolben auf halbe Geschwindigkeit gesteuert werden, sondern man könnte grundsätzlich auch den einen Kolben z. B. auf $1/3$ der vollen Geschwindigkeit und den anderen auf $2/3$ der vollen Geschwindigkeit einsteuern (gleiche Durchmesser und Gesamthöhe vorausgesetzt). Das Ziel bleibt ein möglichst konstanter Förderstrom des Dickstoffs in der Förderung.

Des Weiteren hat die Steuereinheit während der Zeitspanne, in der der frisch gefüllte Förderzylinder von dem Blockabschnitt des zugeordneten Steuerschiebers 15 oder 17 verschlossen ist, einerseits das Umschaltventil vorübergehend anzuhalten oder auf langsamen Lauf zu schalten, andererseits den Vorverdichtungshub des zugehörigen Kolbens zu steuern. Dies erfordert ggf. noch einen Drucksensor, der im Zylinder, im Kolben, oder auch in dem mit dem Druck belasteten Ast des Sammelrohrs 19 angeordnet werden kann. Ein Blockieren der Steuerschieber 15 und 17 durch überhöhten Druck bei der Vorverdichtung ist selbstverständlich sicher durch Druckbegrenzer oder dgl. auszuschließen.

Auch in anderen Phasen, z. B. den Gleichlaufphasen, der Übergangsphase und der Einlass- oder Saugphase, kann ein verlangsamter Lauf der Steuerschieber 15 / 17 oder gar vorübergehender Stillstand auch zwischen den Umkehrpunkten von Vorteil sein. Man wird insgesamt sorgfältig zwischen Stillstandszeiten und Verschiebezeiten der Steuerschieber abwägen müssen, damit einerseits die verfügbaren Strömungsquerschnitte durch Überschneidungen der Blockabschnitte mit den Öffnungen der Förderzylinder nicht zu stark verringert, andererseits keine überhöhten Schiebergeschwindigkeiten notwendig werden.

Für die kontinuierliche Arbeitsweise der Dickstoffpumpe kann es aber auch zweckmäßig sein, die verschiedenen Schieberstellungen mit gleichmäßigem Tempo zu durchlaufen, ohne zu verzögern oder auch anzuhalten.

Fig. 6 geht noch einmal detaillierter auf den in Fig. 4 links angedeuteten Steuerschieber-Antrieb 21 mit Tandem-Hubzylindern ein. Man erkennt wieder den gelenkigen Festpunkt 23 (vorzugsweise am Gehäuse des Umschaltventils 9) und die beiden übereinander in Reihe

angeordneten Hubzylinder 25 und 27 sowie die Konsole 29 zum hier nicht gezeigten Steuerschieber. Die Hubzylinder 25 und 27 sind hier schematisch aufgeschnitten gezeigt, so dass man von rechts nach links drei Bewegungsphasen dieses Antriebskonzeptes erkennt: ganz links sind beide Hubzylinder stangenseitig beaufschlagt und befinden sich in ihrer jeweiligen untersten Position. Entsprechend ist der Steuerschieber in Einlassstellung. In der mittleren Phase ist der untere Hubzylinder 25 kolbenseitig beaufschlagt und befindet sich in seiner oberen Position, während der mitgeführte obere Hubzylinder 27 noch stangenseitig beaufschlagt ist (Blockstellung des Steuerschiebers). Die dritte Phase zeigt beide Hubzylinder in kolbenseitig beaufschlagter, voll ausgefahrener Position (Leistungsstellung des Steuerschiebers). Zum Absenken des letzteren werden die Phasen in umgekehrter Reihenfolge durchlaufen. Unter Bezug auf die jeweiligen, vorstehend erörterten Stellungen der Steuerkörper in den früheren Figuren sind die drei Phasen in Fig. 6 bis 8 jeweils mit den Buchstaben E (Einlassstellung), B (Blockstellung) und L (Leistungsstellung) gekennzeichnet.

Fig. 7 stellt den gleichen Vorgang mit einem zweistufig verfahrbaren Teleskopzylinder 31 dar, wie er in Fig. 3 auf der rechten Seite angedeutet ist. Der gelenkig mit dem Gehäuse des Umschaltventils 9 verbundene Festpunkt 33 trägt wieder diesen stangenseitig über eine Konsole 35 an einem Steuerschieber angelenkten Hubzylinder. Wieder sind drei Arbeitsstellungen des Hubzylinders 31 vorgesehen, wobei für die mittlere Stellung ein zusätzlicher Anschlag- oder Sperrmechanismus vorgesehen wird, damit diese Stellung definiert anfahrbar ist. Eine hydraulische Verriegelung dieser Mittelstellung direkt im Hubzylinder 31 wäre wohl auch realisierbar, jedoch möglicherweise im harten Dauerbetrieb nicht exakt genug einstellbar. Konkret hat man hier einen weiteren kleinen Hubzylinder 39 vorgesehen, der fest mit dem Gehäuse des Umschaltventils -ggf. über eine weitere feste Konsole- verbunden ist und dessen Stellglied in den Hubweg des Teleskopzylinders 31 einfahrbar ist.

In Fig. 7 erkennt man wieder von links nach rechts, analog zu Fig. 6, drei Bewegungsphasen bzw. Stellungen E, B und L. Ganz links ist der Teleskopzylinder stangenseitig beaufschlagt und steht in seiner untersten Stellung. Der Sperrzylinder 39 ist eingefahren. In der Mitte ist der Teleskopzylinder halb ausgefahren; sein Stellglied läuft gegen das zwischenzeitlich ebenfalls ausgefahrne Stellglied des Sperrzylinders 39 an, so dass hier die Zwischenstellung (Blockstellung) erreicht ist. In der rechten Phase ist der Sperrzylinder 39 wieder eingezogen,

so dass der Weg für das Stellglied des Teleskopzylinders 31 in die oberste, voll ausgefahrene (Anschlag-)Stellung frei ist. Entsprechend steht nun auch der über die Konsole angelenkte Steuerschieber (nicht dargestellt) in seiner obersten (Leitungs-)Stellung L.

Fig. 8 zeigt ein Äquivalent zur Fig. 7, nämlich einen zweistufig steuerbaren langhubigen einzelnen Hubzylinder 41, dem wiederum ein Sperrzylinder 43 zugeordnet ist. Festpunkt 33 und Konsole 35 stimmen mit Fig. 6 und 7 überein. Wieder ist ganz links der langhubige Hubzylinder 41 stangenseitig beaufschlagt in seiner untersten möglichen Stellung E. Der Sperrzylinder 43 ist eingefahren. Während des Übergangs des (nunmehr kolbenseitig beaufschlagten) Hubzylinders 41 in seine mittlere Stellung (B) wird auch der Sperrzylinder 43 ausgefahren, so dass sein Stellglied in den Weg des Stellglieds des Hubzylinders 41 eintritt und dieses in der mittleren Stellung blockiert. Ganz rechts in Fig. 8 ist der Sperrzylinder 43 wieder eingefahren, und das Stellglied des Hubzylinders 41 kann in seine oberste mögliche Stellung (L) weiter gefahren werden.

Auch in den Konfigurationen gemäß Fig. 7 und 8 ist selbstverständlich zum Abwärts-Bewegen des zugeordneten Steuerschiebers der umgekehrte Ablauf der vorstehend erörterten Bewegungsphasen bzw. Positionen erforderlich, was jeweils durch stangenseitige Druckbeaufschlagung der Hubzylinder gesteuert wird.

Es versteht sich, dass die Sperrzylinder 39 und 43 mit den jeweiligen Hubzylindern bzw. Stellgliedern auf jeden Fall so abzustimmen sind, dass auch beim Abwärtshub der Hubzylinder die mittlere Stellung exakt einstellbar ist. Die hier gezeigten schematisch vereinfachten Anordnungen dienen nur dem besseren Verständnis des Arbeitsprinzips dieser Antriebe, können aber die realen Einbauverhältnisse und das Zusammenwirken zwischen Hub- und Sperrzylindern nur bedingt wiedergeben.

Patentansprüche

1. Mehrzylinder-Dickstoffpumpe (1) zum Fördern insbesondere von Beton, deren mindestens zwei Förderzylinder (3, 5) den Dickstoff aus einem Vorfüllbehälter (7) in eine Förderleitung fördern und der ein Umschaltventil (9) zum alternierenden Verbinden der Förderzylinder mit der Förderleitung zugeordnet ist, das mindestens zwei bewegliche Ventilkörper (15, 17) umfasst, die jeweils einen Leitungsabschnitt (15L, 17L) zwischen jeweils einem der Förderzylinder und der Förderleitung umfassen und stromab der Förderzylinder an ein Sammelrohr (19) angeschlossen sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Umschaltventil (9) mindestens, jedoch bevorzugt zwei im wesentlichen translatorisch bewegbare Steuerschieber (15, 17) umfasst, deren jeder einen zum Verbinden des ihm jeweils zugeordneten Förderzylinders (3, 5) mit der Förderleitung vorgesehenen geraden Leitungsabschnitt (15L, 17L) sowie einen die Verbindung sperrenden Abschnitt umfasst.
2. Dickstoffpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Umschaltventil (9) eine mit Öffnungen zum Durchlassen von Dickstoffflüssen versehene Führungsstruktur (11) für die Steuerschieber (15, 17) umfasst.
3. Dickstoffpumpe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungsstruktur (11) fest in den Vorfüllbehälter (7) so eingesetzt ist, dass die Steuerschieber (15, 17) oder deren Einlassöffnungen stets mit dem eingefüllten Dickstoff in Kontakt sind.
4. Dickstoffpumpe nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungsstruktur (11) im Wesentlichen kastenförmig oder gestellartig ausgeführt ist und für jeden Steuerschieber (15, 17) eine gesonderte Führung bildet.
5. Dickstoffpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerschieber (15, 17) innerhalb der Führungsstruktur (11) jeweils in mindestens zwei unterschiedlichen Stellungen positionierbar sind, nämlich eine Leitungsstellung, in der der Förderzylinder in das Sammelrohr (19) ausstoßen kann, und eine Blockier- oder Einlassstellung, in der der Förderzylinder Dickstoff aus dem Vorfüllbehälter (7) ansaugen kann.

6. Dickstoffpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerschieber (15, 17) baugleich ausgeführt sind.
7. Dickstoffpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Steuerschieber (15, 17) längs seinem Hubweg in drei Abschnitte unterteilt ist, deren einer der Leitungsabschnitt (15L, 17L) und von denen ein anderer ein Einlassabschnitt (15E, 17E) ist.
8. Dickstoffpumpe nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Leitungsabschnitt und dem Einlassabschnitt ein Blockabschnitt (15B, 17B) ohne Durchflussfunktion vorgesehen ist.
9. Dickstoffpumpe nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abschnitte der Steuerschieber (15, 17) als Einzelmodule ausgeführt und insbesondere lösbar miteinander verbunden sind.
10. Dickstoffpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungsstruktur (11) mindestens eine zum Entnehmen von Dickstoff aus dem Leitungsabschnitt eines Steuerschiebers (15, 17) vorgesehene Klappe (13) umfasst.
11. Dickstoffpumpe nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine gemeinsame Klappe für mehrere Steuerschieber (15, 17) vorgesehen ist.
12. Dickstoffpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerschieber (15, 17) unabhängig voneinander antreibbar und positionierbar sind, insbesondere mithilfe hydraulischer Hubzylinder.
13. Dickstoffpumpe nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Antrieb für den Steuerschieber eine Tandem-Hubzylinder-Anordnung (21) mit zwei hintereinander geschalteten Hubzylindern (25, 27) vorgesehen ist, deren jeweiliger Hub dem Weg des Steuerschiebers von einer Stellung in die benachbarte Stellung entspricht.
14. Dickstoffpumpe nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Antrieb für den Steuerschieber ein Teleskop-Hubzylinder (31) mit zwei Hubstufen vorgesehen ist, deren jede jeweils dem Weg des Steuerschiebers von einer Stellung in die benachbarte Stellung entspricht.

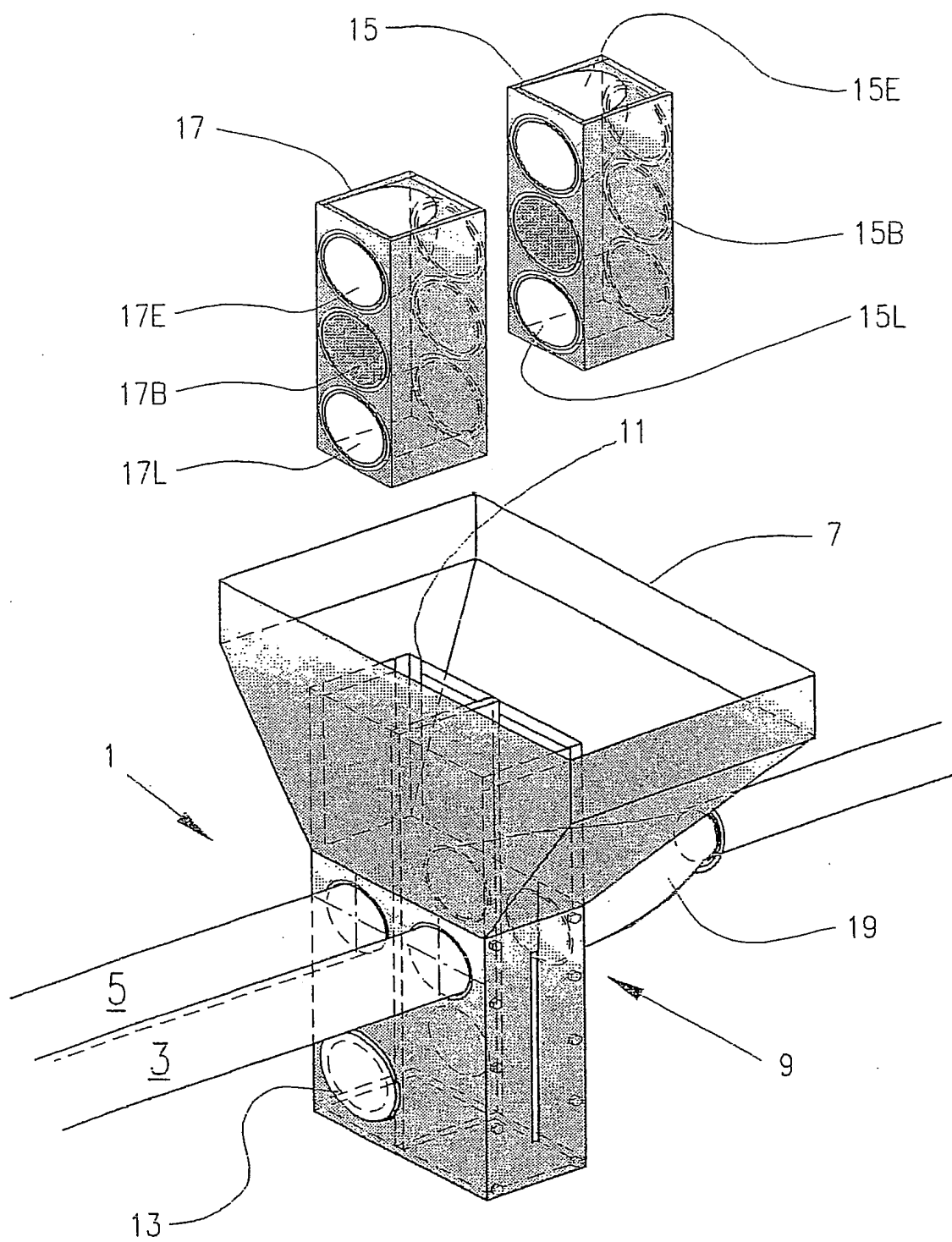
15. Dickstoffpumpe nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hubzylinder parallel neben den Steuerschiebern angeordnet und mit diesen über Konsolen (29; 35) gekuppelt sind, wobei die Führungsstruktur (11) der Steuerschieber Gleitführungen für diese Konsolen umfasst.
16. Dickstoffpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Leitungsabschnitt (15L, 17L) des Steuerschiebers (15, 17) ein zylindrisches Rohr mit demselben Durchmesser wie die Förderzylinder umfasst.
17. Dickstoffpumpe nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Einlassabschnitt (15E, 17E) des Steuerschiebers eine Umlenkeinrichtung (15S, 17S) vorgesehen ist.
18. Dickstoffpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie eine Steuereinheit umfasst, welcher von Stellungsgebern die momentanen Positionen des Umschaltventils und der Steuerschieber sowie der Förderkolben der Förderzylinder zugeführt werden und welche Antriebe der Steuerschieber und der Förderkolben entsprechend einem vorgegebenen Weg-Zeit-Ablauf zyklisch steuert.
19. Verfahren zum Betreiben einer Dickstoffpumpe, insbesondere einer Dickstoffpumpe (1) nach den vorstehenden Ansprüchen, zu kontinuierlicher Förderung, welche Dickstoffpumpe mindestens zwei einseitig offene Förderzylinder (3, 5) mit Förderkolben (K3, K5) und ein Umschaltventil (9) mit unabhängig voneinander auf die Bewegung der Förderkolben abgestimmt steuerbaren Steuerschiebern (15, 17) umfasst, die jeweils mindestens einen Leitungsabschnitt (15L, 17L) zum Verbinden eines zugeordneten Förderzylinders mit einer Förderleitung und einen Einlassabschnitt (15E, 17E) zum Ansaugen von Dickstoff aus einem Vorrüllbehälter (7) durch den zugeordneten Förderzylinder (3, 5) umfassen, wobei zyklisch eine Gleichlaufphase der Förderkolben (K3, K5) gesteuert wird, während deren mindestens zwei Steuerschieber (15, 17) in einer Leitungsstellung stehen, in der ihre Leitungsabschnitte (15L, 17L) die zugeordneten Förderzylinder zum vorübergehenden gleichzeitigen Ausstoßen von Dickstoff mit der Förderleitung verbinden.

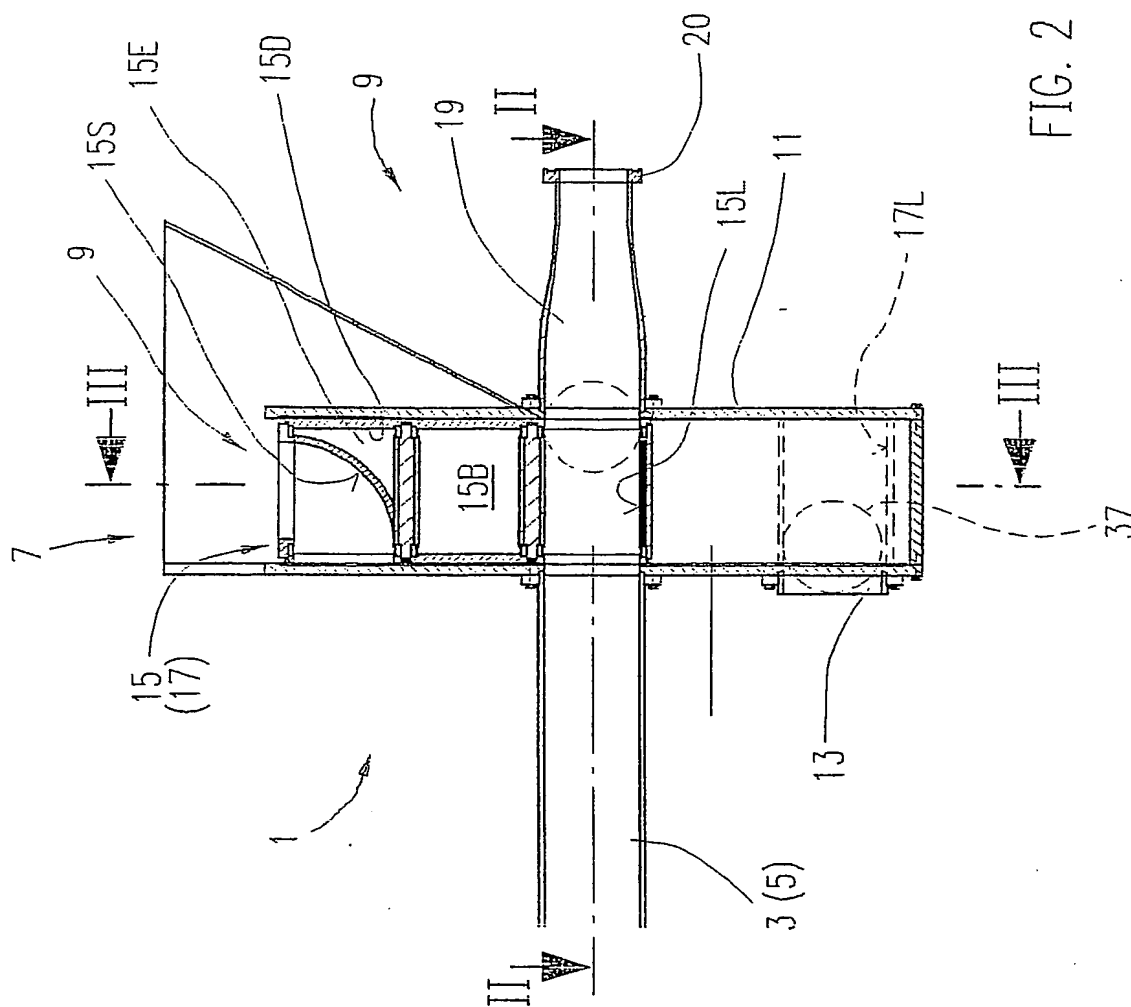
20. Verfahren nach Anspruch 19, nach dem die Förderkolben (K3, K5) in der Gleichlaufphase so aufeinander abgestimmt gesteuert werden, dass die von ihnen zugleich gepumpte Dickstoffmenge wenigstens annähernd die gleiche ist wie bei Förderung durch einen Kolben (K5 oder K3) allein während des Saughubs des jeweils anderen Kolbens (K3 oder K5).
21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, bei dem zu Beginn des Pumphubs jedes Förderkolbens (K3, K5) eines jeden Förderzylinders (3, 5) dessen Öffnung vorübergehend mithilfe eines Blockabschnitts (15B, 17B) der Steuerschieber verschlossen wird und dieser Kolben einen Vorverdichtungshub ausführt.
22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Pumphub eines Kolbens mindestens eine Vorverdichtungsphase (Phasen 4 / 8), eine erste Gleichlaufphase (Phasen 1 / 5), eine Pumpphase (Phasen 2 bis 4 / 6 bis 8) und eine zweite Gleichlaufphase (Phase 5 / 1) umfasst.
23. Verfahren nach einem der vorstehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass während der Gleichlaufphasen beide Förderkolben (K3, K5) mit gleicher Geschwindigkeit angetrieben werden, insbesondere mit der halben normalen Geschwindigkeit ihres weiteren Pumphubes.
24. Verfahren nach einem der vorstehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf einen Pumphub eine Übergangsphase (Phase 2 / 6) mit Stillstand eines Förderkolbens während des fortlaufenden Pumphubs des anderen Förderkolbens folgt.
25. Verfahren nach einem der vorstehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Saughub jedes Kolbens (Phase 3 / 7) schneller als sein Pumphub abläuft, insbesondere zwischen einer Übergangsphase (Phase 2 / 6) und einer Vorverdichtungsphase (Phase 4 / 8) eingeschlossen ist.
26. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Saughub eines Kolbens eine Anlauf- und eine Auslauframpe mit verringerter Geschwindigkeit umfasst.

27. Verfahren nach einem der vorstehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die die Steuerschieber (15, 17) in den Gleichlaufphasen verlangsamt oder vorübergehend stillgesetzt werden.
28. Verfahren nach einem der vorstehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerschieber (15, 17) in einer Vorverdichtungsphase verlangsamt oder vorübergehend stillgesetzt werden.
29. Verfahren nach einem der vorstehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerschieber (15, 17) in einer Übergangsphase verlangsamt oder vorübergehend stillgesetzt werden.
30. Verfahren nach einem der vorstehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerschieber (15, 17) in einer Saugphase verlangsamt oder vorübergehend stillgesetzt werden.
31. Verfahren nach einem der vorstehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerschieber (15, 17) in Betriebspausen der Dickstoffpumpe in einer Betriebsstellung positioniert werden, die eine Entnahme von verbleibendem Dickstoff und bei Bedarf das Einlegen eines Reinigungskörpers gestattet.
32. Verfahren nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Betriebsstellung die Einlassstellung des Steuerschiebers ist.
33. Verfahren nach Anspruch 31 oder 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Sicherungseinrichtung zum Unterbinden eines Anlaufens des Steuerschiebers während des Entnahme- und/oder Einlegevorgangs aktiviert wird.

1 / 5

FIG. 1





3 / 5

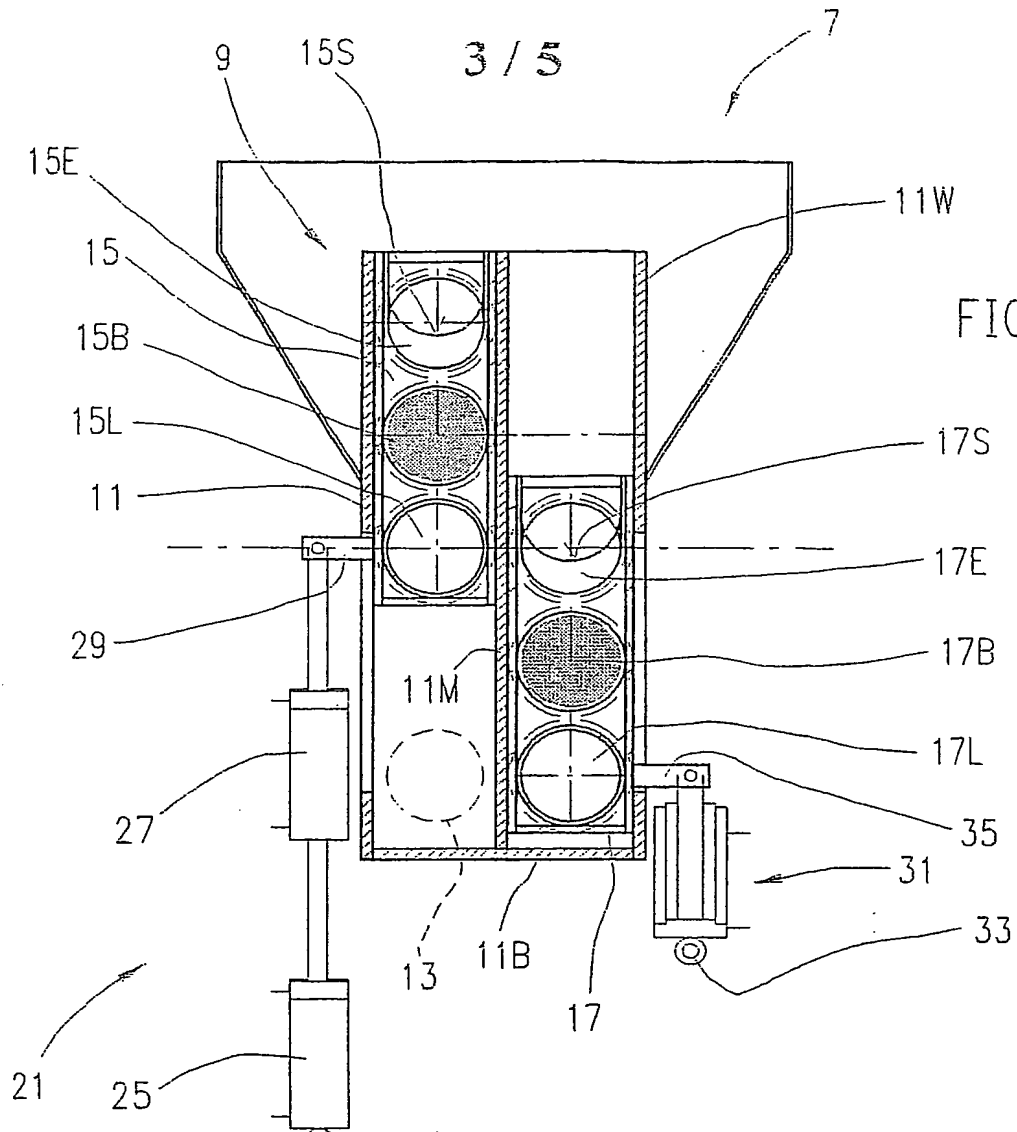


FIG. 4

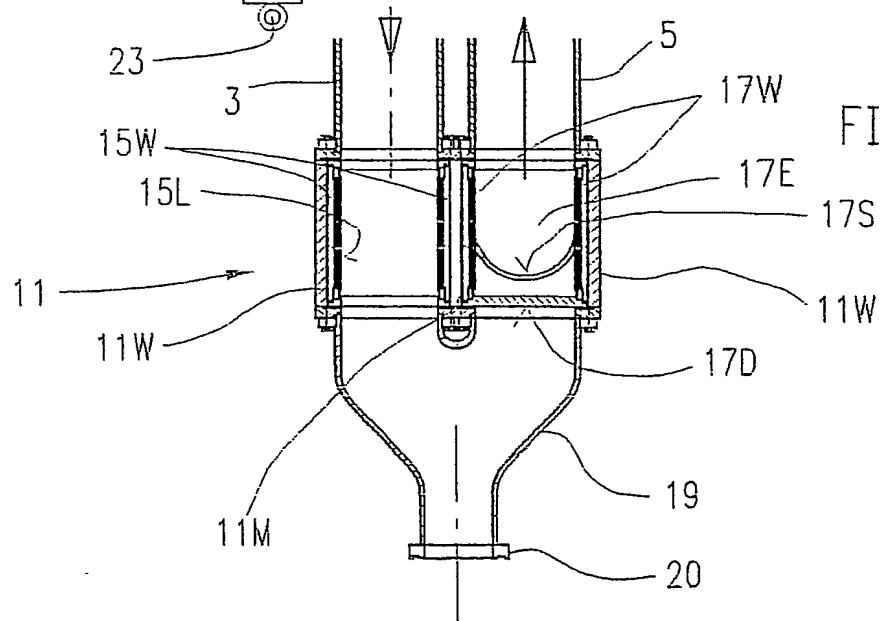


FIG. 3

5 / 5

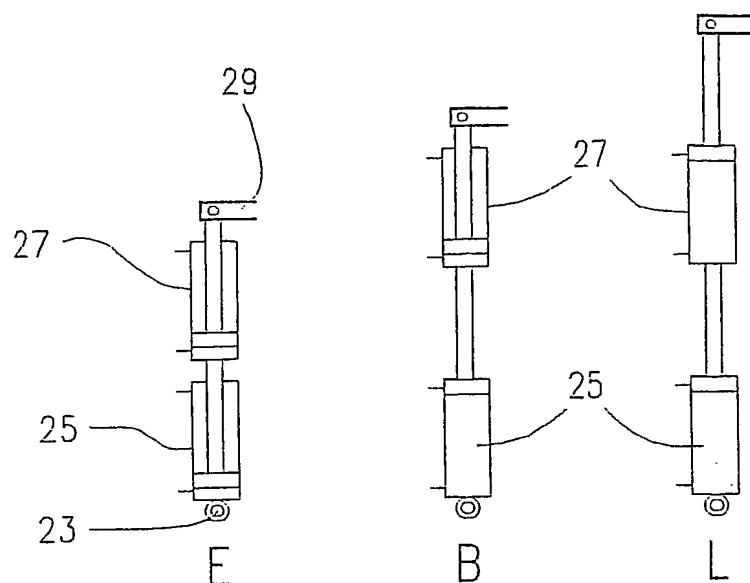


FIG. 6

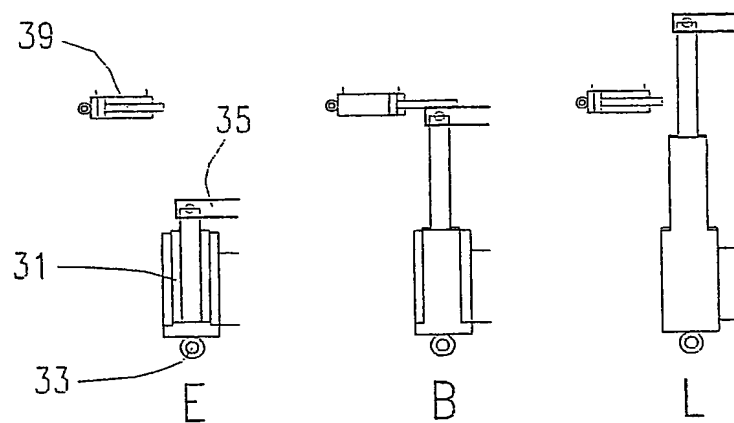


FIG. 7

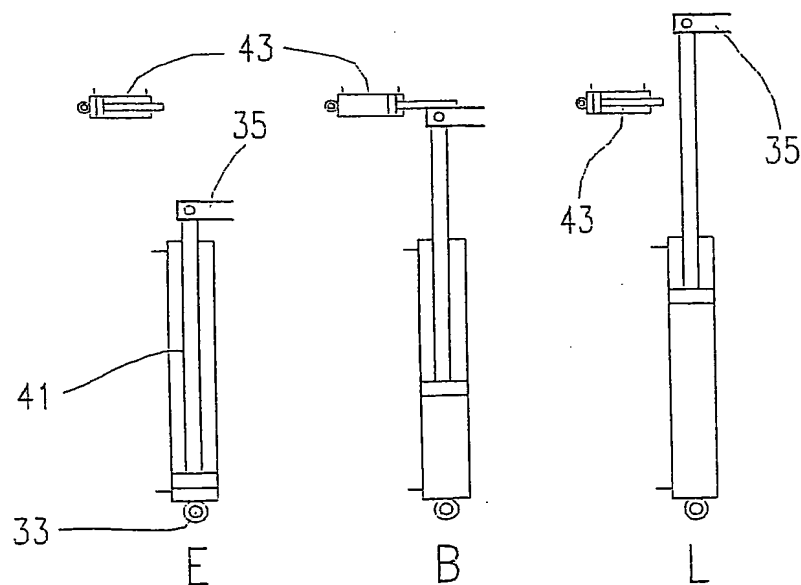


FIG. 8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.